

Anatomía cardíaca



1

INTRODUCCIÓN

La lectura e interpretación de los estudios cardíacos realizados con tomografía computarizada (TC) requieren un conocimiento exhaustivo de la anatomía cardíaca.¹ Gracias a la elevada resolución espacial de la TC y a su capacidad de adquirir datos isotrópicos, actualmente es posible reconstruir el volumen cardíaco en cualquier plano del espacio con gran detalle anatómico.² Más aun, debido a la elevada resolución temporal de los equipos y a las distintas técnicas de adquisición, al estudio meramente anatómico o morfológico del corazón se le puede añadir la valoración funcional, de manera que una misma exploración se puede utilizar para interpretar la anatomía cardíaca y coronaria, analizar la contracción ventricular y valorar la función valvular.³ Por lo tanto, es esencial conocer la morfología normal de las aurículas, los ventrículos, las válvulas cardíacas y el pericardio y saber cuáles son las características principales que permiten reconocer cada estructura para evitar errores diagnósticos. En la [tabla 1-1](#) se resumen las características anatómicas más importantes de las cavidades cardíacas.

Además de conocer las características anatómicas propiamente dichas, hay que estar familiarizado con los planos cardíacos estándares que se emplean para interpretar las cavidades cardíacas y utilizar la misma nomenclatura que en las demás modalidades de imagen cardíaca no invasiva.

En las [tablas 1-2 a 1-5](#) se indican los valores de referencia de ambos ventrículos, la aorta torácica, la arteria pulmonar y la vena cava superior.⁴⁻⁶

CAVIDADES CARDÍACAS

Aurículas

Desde el punto de vista anatómico, las aurículas poseen un componente venoso, el vestíbulo y la orejuela. Las aurículas se encuentran separadas por el septo o tabique interauricular.

Aurícula izquierda

En el componente venoso de la aurícula izquierda, de paredes lisas, desembocan las venas pulmonares. Habi-

Tabla 1-1. Principales características anatómicas de las cavidades cardíacas

Aurícula izquierda	Aurícula derecha
Recibe las venas pulmonares	Recibe las venas cavas superior e inferior y el seno coronario
Ausencia de restos valvulares del seno venoso	Presencia de restos valvulares del seno venoso (válvulas de Eustaquio y de Tebesio, red de Chiari)
Pedículo de unión estrecho entre la orejuela y la aurícula izquierda	Orejuela grande, de morfología piramidal Posee la cresta terminal
Ventrículo izquierdo	Ventrículo derecho
Morfología de cono/oval Trabeculación fina Válvula auriculoventricular mitral (dos velos), sin cuerdas tendinosas procedentes del tabique interventricular Continuidad mitroaórtica	Morfología piramidal Trabeculación gruesa Válvula auriculoventricular tricúspide (tres velos), con cuerdas tendinosas procedentes del tabique interventricular Válvulas tricúspide y pulmonar separadas por la cresta supraventricular Otros rasgos específicos: – Banda moderadora o trabeculación septomarginal – Infundíbulo muscular – Válvula tricúspide ligeramente más apical que la válvula mitral

tualmente son cuatro, dos a cada lado (venas pulmonares superiores e inferiores, derechas e izquierdas), aunque existen numerosas variantes.⁷ El componente vestibular de la aurícula izquierda rodea el orificio de la válvula mitral. La orejuela izquierda es de morfología variable y nace como continuación de la parte anterior y superior izquierda de la aurícula. Su morfología es tubular y se encuentra trabeculada. El pedículo de unión entre la orejuela y la aurícula izquierda suele ser estrecho ([Fig. 1-1](#)).

La aurícula izquierda puede medirse de forma bidimensional, como área o volumen.⁸ El área normal de la aurícula izquierda es menor de 20 cm². Se considera que se

Tabla 1-2. Valores de referencia del ventrículo izquierdo y ventrículo derecho^a

	Ventrículo izquierdo	Ventrículo derecho
Fracción de eyección (%)	63,8 (48,7-78,9)	57,9 (42,2-73,6)
Volumen telediastólico (mL)	143,6 (72,3-214,9)	174,9 (80,8-269,0)
Volumen telesistólico (mL)	52,6 (15,0-90,2)	82,1 (24,9-139,3)
Grosor parietal (mm)	7,3 (4,8-9,8)	2,4 (1,0-3,8) ^b
Diámetro septal-lateral (mm)	47,4 (38,2-56,6)	37,0 (25,8-48,2)
Diámetro anteroinferior (mm)	57,7 (46,9-68,5)	72,6 (55,0-90,2)
Diámetro apical-anular (mm)	87,6 (69,4-105,8)	77,7 (57,3-98,1)

Modificado de Lin et al.⁴

^a Los valores que se muestran son la media y su intervalo de confianza del 95 % para cada parámetro de ambos ventrículos obtenido con tomografía computarizada (TC) de 64 detectores. Los datos se obtuvieron en 103 individuos consecutivos (59 hombres, 44 mujeres; edad media 51 ± 14 años) normotensos, no obesos, sin enfermedad estructural cardiopulmonar o de grandes vasos, arritmia o enfermedad coronaria significativa. Los diámetros son telediastólicos.

^b Pared libre del ventrículo derecho.

Tabla 1-3. Valores de referencia de la aorta torácica^a

		Media	Hombres	Mujeres
Raíz aórtica	Diámetro eje corto TD (cm)	3,1 (2,5-3,7)	3,2 (2,6-3,8)	2,9 (2,5-3,3)
	Área eje corto TD (cm ²)	7,9 (4,7-11,1)	8,5 (5,1-11,9)	6,9 (4,1-9,7)
Aorta ascendente	Diámetro eje corto TD (cm)	2,8 (2,0-3,6)	2,8 (2,2-3,4)	2,8 (2,0-3,6)
	Diámetro eje corto TS (cm)	3,0 (2,4-3,6)	3,0 (2,4-3,6)	2,9 (2,1-3,7)
Aorta descendente	Diámetro eje corto TD (cm)	2,1 (1,7-2,5)	2,2 (1,8-2,6)	2,0 (1,6-2,4)
	Diámetro eje corto TS (cm)	2,2 (1,8-2,6)	2,3 (1,9-2,7)	2,2 (1,8-2,6)

Modificado de Lin et al.⁵

^a Los valores que se muestran son la media y su intervalo de confianza del 95 % para cada parámetro de la aorta obtenidos con tomografía computarizada (TC) de 64 detectores. Los datos se obtuvieron en 103 individuos consecutivos (59 hombres, 44 mujeres; edad media 51 ± 14 años) normotensos, no obesos, sin enfermedad estructural cardiopulmonar o de grandes vasos, arritmia o enfermedad coronaria significativa.

TD: telediástole; TS: telesístole.

Tabla 1-4. Valores de referencia de la aorta torácica según grupos de edad^a

		< 40 años	40-65 años	> 65 años
Raíz aórtica	Diámetro (cm)	3,1 (2,5-3,7)	3,1 (2,5-3,7)	3,0 (2,4-3,6)
	Diámetro i (cm/m ²)	1,6 (1,4-1,8)	1,6 (1,4-1,8)	1,8 (1,4-2,2)
	Área (cm ²)	7,8 (5,0-10,6)	8,0 (4,6-11,4)	7,6 (3,8-11,4)
	Área i (cm/m ²)	4,0 (3,0-5,0)	4,2 (2,8-5,6)	4,4 (2,8-6,0)
Aorta ascendente	Diámetro (cm)	2,6 (2,0-3,2)	2,8 (2,2-3,4)	3,1 (2,3-3,9)
	Diámetro i (cm/m ²)	1,3 (0,9-1,7)	1,5 (1,1-1,9)	1,8 (1,2-2,4)
Aorta descendente	Diámetro (cm)	2,0 (1,6-2,4)	2,1 (1,7-2,5)	2,2 (1,8-2,6)
	Diámetro i (cm/m ²)	1,0 (0,8-1,2)	1,1 (0,7-1,5)	1,3 (0,9-1,7)

Modificado de Lin et al.⁵

^a Los valores que se muestran son la media y su intervalo de confianza del 95 % para cada parámetro de la aorta obtenidos con tomografía computarizada (TC) de 64 detectores. Los datos se obtuvieron en 103 individuos consecutivos (59 hombres, 44 mujeres; edad media 51 ± 14 años) normotensos, no obesos, sin enfermedad estructural cardiopulmonar o de grandes vasos, arritmia o enfermedad coronaria significativa.

i: parámetros indexados por superficie corporal.

Tabla 1-5. Valores de referencia de la arteria pulmonar y la vena cava superior^a

		Media
Arteria pulmonar	Diámetro AP eje corto (cm)	2,5 (1,9-3,0)
	Diámetro AP, anteroposterior (cm)	2,6 (2,0-3,2)
	Diámetro AP, lateral (cm)	2,4 (1,7-3,0)
	Relación aorta-AP, eje corto	0,9 (0,6-1,1)
Vena cava superior	VCS, eje menor (cm)	1,7 (1,0-2,4)
	VCS, eje mayor (cm)	2,1 (1,5-2,8)
	Área VCS, planimetría (cm ²)	2,7 (1,0-4,4)

Modificado de Lin et al.⁶

^a Los valores que se muestran son la media ± desviación estándar para cada parámetro de arteria pulmonar y vena cava superior obtenidos con tomografía computarizada (TC) de 64 detectores. Los datos se obtuvieron en 103 individuos consecutivos (59 hombres, 44 mujeres; edad media 51 ± 14 años) normotensos, no obesos, sin enfermedad estructural cardiopulmonar o de grandes vasos, arritmia o enfermedad coronaria significativa. AP: arteria pulmonar; VCS: vena cava superior.

encuentra ligeramente dilatada si mide entre 20 y 29 cm², moderadamente dilatada si mide entre 30 y 40 cm² y extensamente dilatada si es mayor de 40 cm².⁸ El volumen normal calculado para la aurícula izquierda con TC es

de 102,3 mL (intervalo de confianza [IC] 95 %: 54,5-150,1 mL), y el indexado, de 54,4 mL/m² (IC 95 %: 31,1-77,7 mL/m²).⁴

Aurícula derecha

En el componente venoso posterior de la aurícula derecha desembocan las venas cavas superior e inferior, y en su tercio inferior, el seno coronario. Entre las características anatómicas de la aurícula derecha destacan el seno venoso, el surco terminal y la cresta terminal.

El seno venoso es un componente de paredes lisas de la aurícula derecha y se localiza entre los orificios de las venas cavas superior e inferior, en relación con la pared posterolateral de la aurícula izquierda. El surco terminal es un surco lipomatoso localizado en la cara epicárdica de la aurícula derecha. En su cara interna se localizan la cresta terminal y la arteria del nódulo sinoauricular.⁹ La cresta terminal, de estructura fibromuscular, está formada por la unión del seno venoso y la aurícula derecha primitiva y separa la orejuela de la aurícula derecha del componente venoso de esta aurícula. La apariencia de esta cresta es variable, pero suele mostrar una morfología nodular y a veces se confunde con una masa intraauricular. El componente vestibular de la aurícula derecha es un anillo muscular liso que rodea el

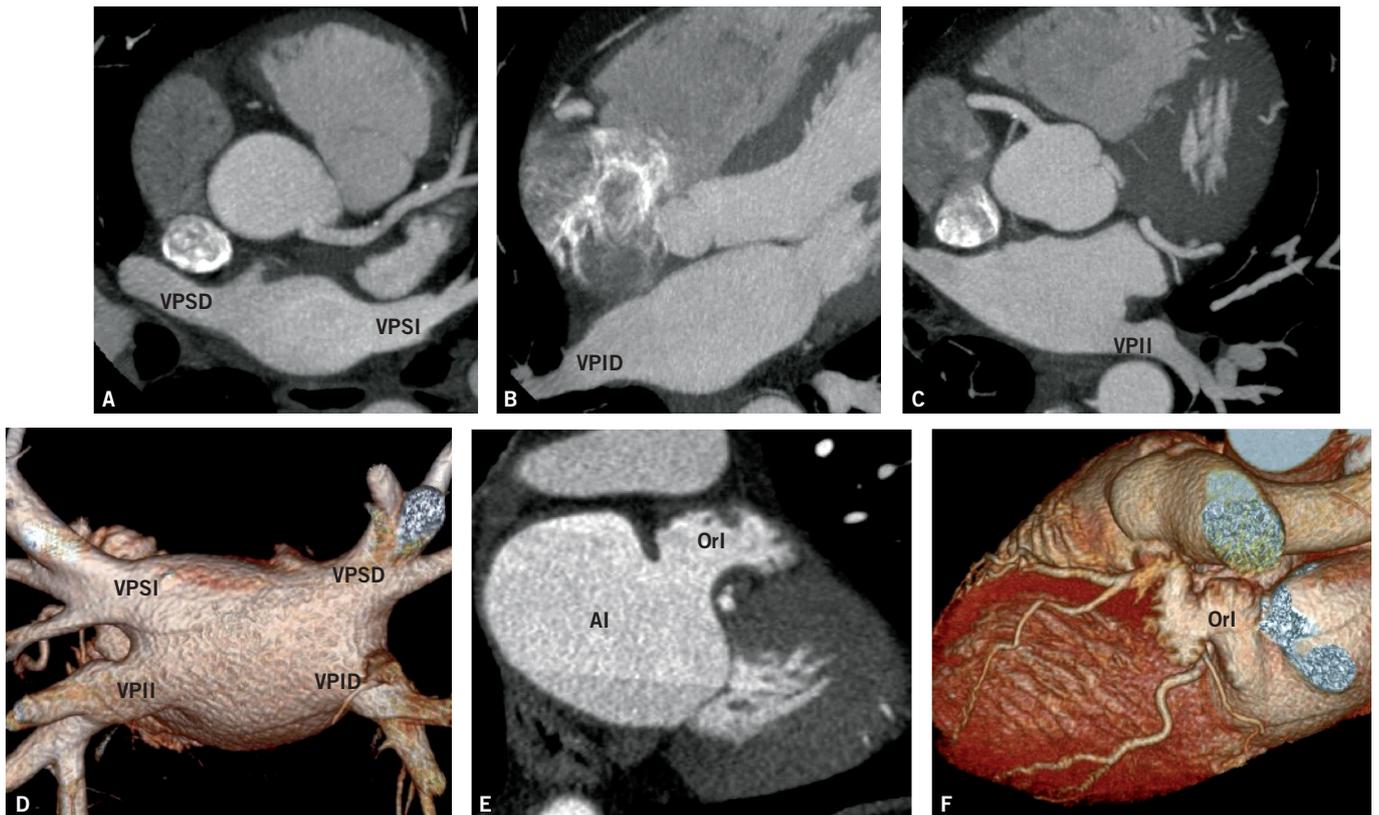


Figura 1-1. Aurícula izquierda (AI). A-C) Imágenes axiales con proyección de máxima intensidad (MIP) de la aurícula izquierda. D) Reconstrucción volumétrica de la aurícula izquierda, visión posterior. E) Reconstrucción oblicua de la orejuela izquierda. F) Reconstrucción volumétrica de la orejuela izquierda. En el componente venoso de la AI desembocan las venas pulmonares, habitualmente cuatro: vena pulmonar superior derecha (VPSD), vena pulmonar superior izquierda (VPSI), vena pulmonar inferior derecha (VPID) y vena pulmonar inferior izquierda (VPIL). La orejuela izquierda (OrI) es tubular, se encuentra trabeculada y posee un pedículo de unión estrecho con la aurícula izquierda.

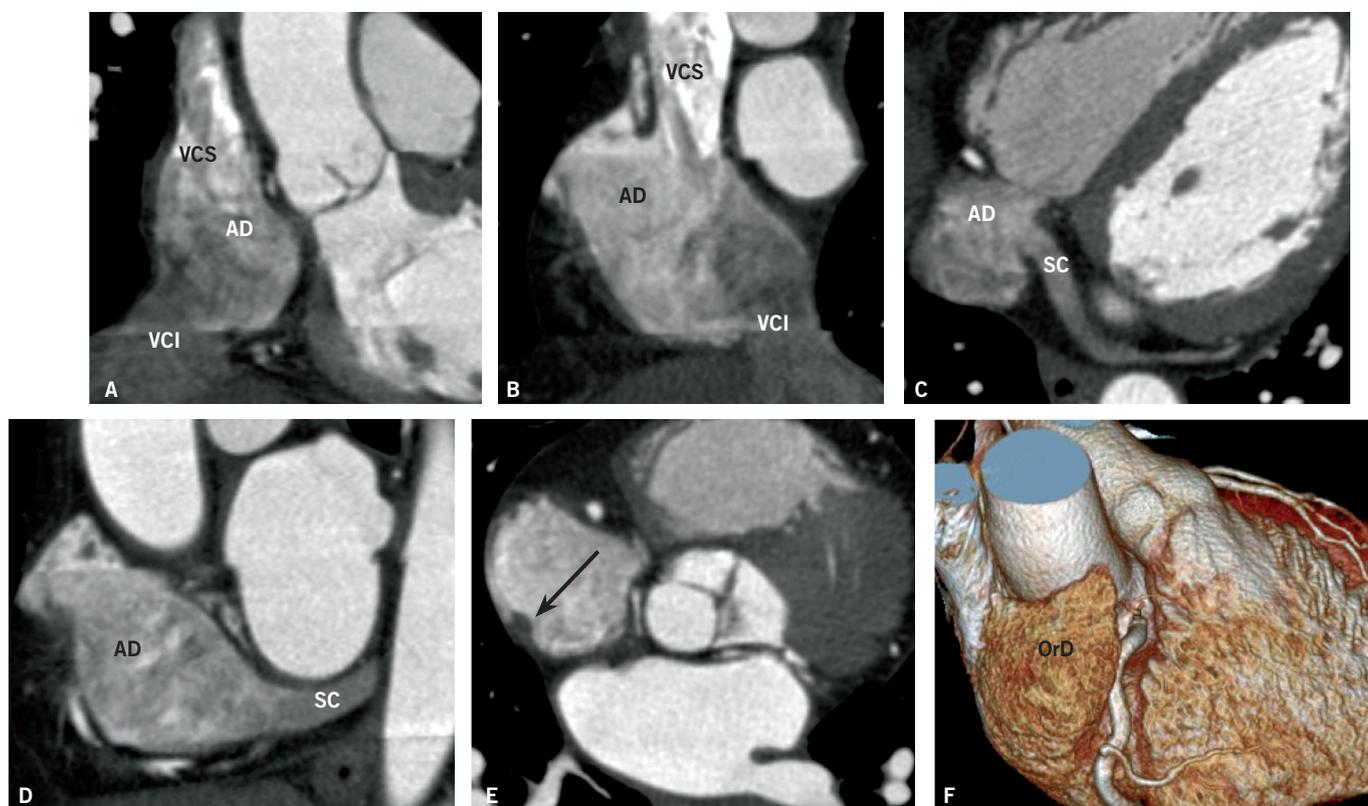


Figura 1-2. Aurícula derecha (AD). A) Reconstrucción coronal. B) Reconstrucción sagital. C) Reconstrucción axial oblicua. D) Reconstrucción sagital oblicua. E) Imagen axial. F) Reconstrucción volumétrica. En el componente venoso (A y B) de la AD desembocan las venas cavas superior (VCS) e inferior (VCI), y en su tercio inferior (C y D) desemboca el seno coronario (SC). Una característica anatómica de la AD es la cresta terminal (flecha en E), que suele presentar una morfología nodular. A diferencia de la orejuela izquierda, la orejuela derecha (OrD) es más grande y posee morfología piramidal y base de implantación amplia.

orificio de la válvula tricúspide. La orejuela derecha es de morfología piramidal, con una base más amplia que la orejuela izquierda (Fig. 1-2).

La válvula de la vena cava inferior, o válvula de Eustaquio, se localiza en el borde anterior de la desembocadura de la vena cava inferior en la aurícula derecha y sirve para dirigir el flujo a través de la fosa oval en el feto.

La válvula de Tebesio, o válvula del seno coronario, se localiza en la desembocadura del seno coronario en la aurícula derecha.

No existen planos estándares en los que cuantificar los parámetros de la aurícula derecha. Se considera que sus valores son similares a los de la aurícula izquierda.⁸ El volumen normal calculado para la aurícula derecha con TC es de 111,9 mL (IC 95 %: 54,9-168,9 mL), y el indexado, de 59,7 mL/m² (IC 95 %: 30,3-89,1 mL/m²).⁴

Tabique interauricular

El septo o tabique interauricular es la unión del *septum primum* y del *septum secundum* embrionarios. Al crecer estas estructuras, se forma un túnel entre ambas aurículas denominado fosa oval, que desaparece en el 70 % de las personas al fusionarse el tabique.¹⁰ En ocasiones, esta porción central del tabique puede encontrarse permeable (Fig. 1-3) o simular

una comunicación interauricular en los estudios de imagen.

La afección más característica del tabique interauricular es debida a defectos en su formación, con el consiguiente cortocircuito (*shunt*) entre ambas cavidades. Según su localización, los defectos del tabique interauricular se denominan *ostium primum*, *ostium secundum*, seno venoso y seno coronario sin techo.¹¹

Además de la comunicación interauricular, los procesos patológicos que pueden afectar al tabique interauricular incluyen aneurisma, hipertrofia lipomatosa, *cor triatriatum* y masas como mixoma auricular, trombo y metástasis.^{12,13}

Ventrículos

Ventrículo izquierdo

El ventrículo izquierdo tiene morfología de cono. Sus paredes son gruesas en la base y se van adelgazando progresivamente hacia el ápex. Este ventrículo está compuesto por una cámara de entrada que contiene la válvula mitral, una cámara de salida y un componente apical trabeculado.

En el ventrículo izquierdo existen dos músculos papilares principales (anterolateral y posteromedial) unidos al propio ventrículo, que funcionan como parte del anillo

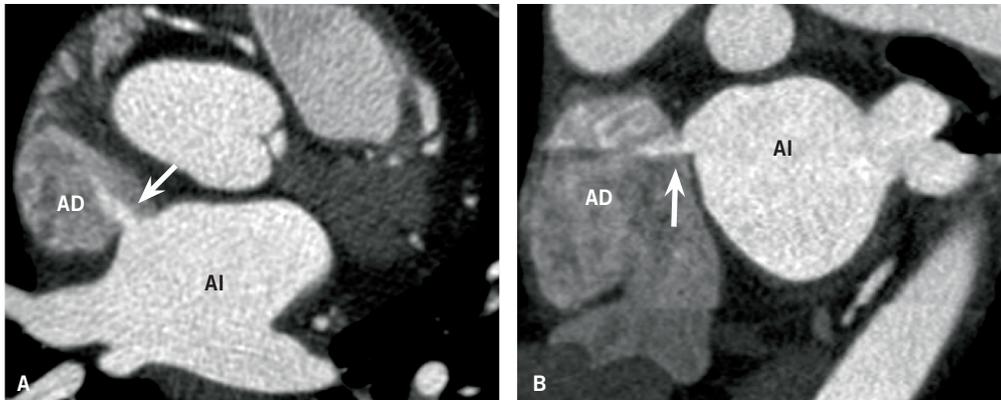


Figura 1-3. Permeabilidad de la fosa oval. A) Reconstrucción axial oblicua. B) Reconstrucción en el plano de eje corto. La fosa oval suele desaparecer al fusionarse el tabique interauricular, aunque en ocasiones permanece permeable. Nótese el paso de contraste (comunicación) entre la aurícula izquierda (AI) y la aurícula derecha (AD) (flechas).

mitral. La cámara de salida hacia la aorta es continuación de la cámara de entrada, existiendo una continuidad mitroaórtica entre las válvulas aórtica y mitral (Fig. 1-4). La porción trabeculada apical está compuesta por trabéculas finas, a diferencia del ventrículo derecho, en el que existe una banda moderadora.

No es infrecuente encontrar bandas musculares intracavitarias a modo de «falsos tendones» en el ápex del ventrículo izquierdo.¹⁴

Ventrículo derecho

El ventrículo derecho es la cavidad cardíaca más anterior y presenta morfología piramidal, paredes finas (3-4 mm), ápex hipertrabeculado y bandas septomarginales. El ventrículo derecho está compuesto por una cámara de entrada o porción posteroinferior en la que se encuentra la válvula tricúspide, una cámara de salida o porción anterosuperior de la que nace la arteria pulmonar y un componente api-

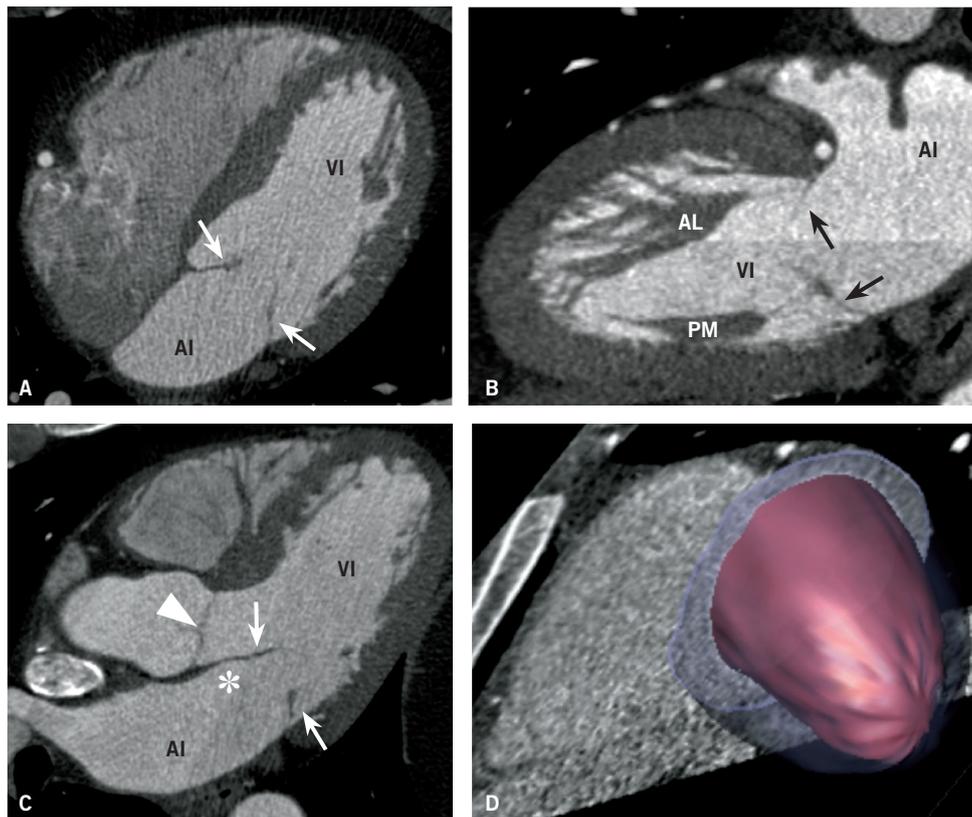


Figura 1-4. Ventrículo izquierdo (VI). A) Plano de cuatro cámaras. La cámara de entrada comunica la aurícula izquierda (AI) con el VI a través de la válvula mitral (flechas). B) Plano de eje largo. El ventrículo posee dos músculos papilares principales: anterolateral (AL) y posteromedial (PM). C) Plano del tracto de salida del VI. La cámara de salida hacia la aorta es continuación de la cámara de entrada. Existe continuidad entre las válvulas aórtica (punta de flecha) y mitral (flechas), lo que se conoce como continuidad mitroaórtica (*). D) Reconstrucción volumétrica de la cavidad ventricular. Nótese la morfología de cono del ventrículo izquierdo.

cal hipertrabeculado. Las válvulas tricúspide y pulmonar se encuentran separadas por la cresta supraventricular, un repliegue del techo del ventrículo localizado en la parte posterior del infundíbulo. Los músculos papilares principales del ventrículo derecho son el anterior, el posterior y el septal.¹⁵

La banda moderadora o trabeculación septomarginal es característica del ventrículo derecho. Se extiende desde el tabique interventricular hasta la base del músculo papilar anterior; entre sus funciones, actúa como punto de anastomosis entre las arterias coronarias derecha e izquierda.¹⁶ El tracto de salida del ventrículo derecho se denomina infundíbulo o cono pulmonar. En éste se origina el tronco pulmonar, que se bifurca en las arterias pulmonares derecha e izquierda (Fig. 1-5). El ligamento arterioso conecta la cara inferior del arco aórtico con la cara superior de la bifurcación pulmonar.

Tabique interventricular

El tabique interventricular es una banda predominantemente muscular que separa el ventrículo izquierdo del ventrículo derecho. Habitualmente se trata de una banda muscular gruesa, aunque un segmento variable, localizado debajo del plano valvular, puede ser más delgado o mem-

branoso. En condiciones normales el tabique interventricular es convexo hacia el ventrículo derecho. Esta morfología puede variar según las condiciones de carga y presión de cada ventrículo, por ejemplo, en casos de hipertensión pulmonar.

Como consecuencia de defectos en la formación del tabique y en su cierre, no es infrecuente la existencia de soluciones de continuidad que comuniquen ambos ventrículos.¹⁷ El defecto del tabique interventricular es la cardiopatía congénita más frecuente diagnosticada en el niño¹⁸ y la segunda cardiopatía congénita más frecuente en adultos, por detrás de la válvula aórtica bicúspide.¹⁹ Los defectos del tabique interventricular más frecuentes son el perimembranoso (75-80 %; localizado en la porción membranosa del tabique), el muscular (5-20 %; localizado en la porción trabecular del tabique) y el subarterial (5-7 %; localizado debajo de la válvula semilunar y encima de la cresta supraventricular).²⁰

VÁLVULAS CARDÍACAS

Como característica anatómica, las válvulas auriculo-ventriculares acompañan a sus respectivos ventrículos, de manera que la válvula tricúspide acompaña al ventrículo morfológicamente derecho, y la válvula mitral, al ven-

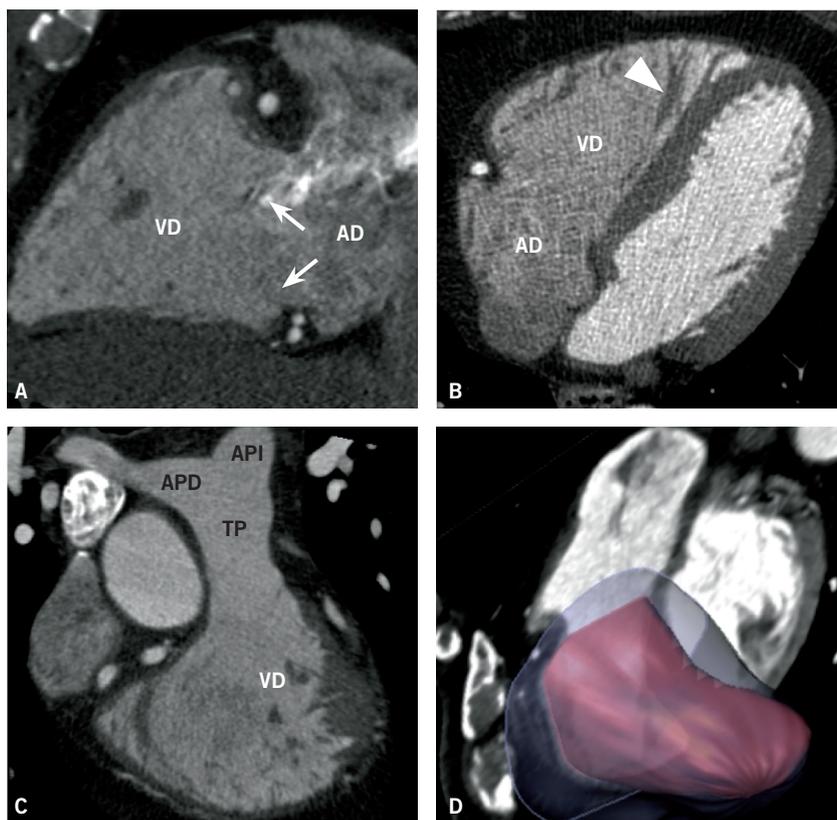


Figura 1-5. Ventrículo derecho (VD). A) Plano de eje largo. La cámara de entrada comunica la aurícula derecha (AD) con el VD a través de la válvula tricúspide (flechas). B) Plano de cuatro cámaras. La banda moderadora o trabeculación septomarginal es característica del VD (punta de flecha). C) Plano del tracto de salida del VD coronal. Del tracto de salida del ventrículo derecho (infundíbulo o cono pulmonar) se origina el tronco pulmonar (TP), que se bifurca en las arterias pulmonares derecha (APD) e izquierda (API). D) Reconstrucción volumétrica de la cavidad ventricular. Nótese la morfología piramidal del VD.

trículo morfológicamente izquierdo. En cuanto a su localización, la válvula tricúspide es ligeramente más apical que la válvula mitral, y ambas se encuentran unidas por un anillo fibroso de soporte. Al contrario de lo que ocurre con las válvulas auriculoventriculares, en las válvulas arteriales o semilunares no existe un anillo dispuesto alrededor de cada válvula.

Válvula mitral

La válvula mitral separa la aurícula izquierda del ventrículo izquierdo y se encuentra compuesta por cinco partes: el anillo, dos valvas, dos comisuras, dos músculos papilares y las cuerdas tendinosas.²¹ El anillo fibroso actúa como punto de anclaje de las valvas de la válvula mitral y se continúa estructuralmente con el anillo aórtico (continuidad mitroaórtica). La morfología de la válvula mitral es bicúspide, con una valva anterior y otra posterior. Las cuerdas tendinosas son conexiones fibrosas que unen las valvas de la válvula mitral y los músculos papilares anterolateral y posteromedial del ventrículo izquierdo (Fig. 1-6).

Válvula tricúspide

La válvula tricúspide separa la aurícula derecha del ventrículo derecho y consta de tres valvas (anterior, septal y posterior) unidas a los tres músculos papilares del ventrículo derecho mediante las cuerdas tendinosas. Dos características anatómicas que diferencian a la válvula tricúspide de la mitral son que la válvula tricúspide se encuentra separada de la válvula pulmonar por la cresta supraventricular y que se halla en contacto directo con el tabique interventricular.

Válvula aórtica

La válvula aórtica es tricúspide; está formada por tres valvas semilunares: izquierda, derecha y posterior. Las val-

vas se encuentran separadas por tres comisuras más o menos equidistantes. Detrás de cada valva se encuentran los senos de Valsalva (coronario izquierdo, coronario derecho y no coronario), que dan origen a las arterias coronarias. El seno no coronario es posterior y se encuentra en contacto con el tabique interauricular (Fig. 1-7). La válvula aórtica bicúspide es la anomalía congénita valvular y cardíaca más frecuente, con una prevalencia del 0,5-2 % en la población general. En la válvula bicúspide dos de las valvas se fusionan durante el desarrollo embrionario, alterando la morfología y función normal de la válvula aórtica²² (Fig. 1-8).

Válvula pulmonar

La válvula pulmonar separa el infundíbulo pulmonar del tronco arterial pulmonar y se encuentra separada de la válvula tricúspide por la cresta supraventricular. La válvula pulmonar está formada por tres valvas semilunares denominadas izquierda, derecha y anterior, según su relación con la válvula aórtica.

PERICARDIO

El pericardio es una membrana compuesta macroscópicamente por dos capas, una serosa, interna (pericardio visceral), y otra fibrosa, externa (pericardio parietal), que envuelven al corazón y al origen de los grandes vasos. El pericardio seroso forma un saco que contiene ultrafiltrado plasmático. El pericardio fibroso se encuentra unido al esternón y al diafragma por sendos ligamentos que impiden el desplazamiento del corazón en el mediastino.

Otra característica anatómica del pericardio es que la capa visceral experimenta dos reflexiones para formar los senos oblicuo y transversal que, a su vez, contienen varios recesos. Los senos permiten acumular líquido en casos de derrame.^{23,24}

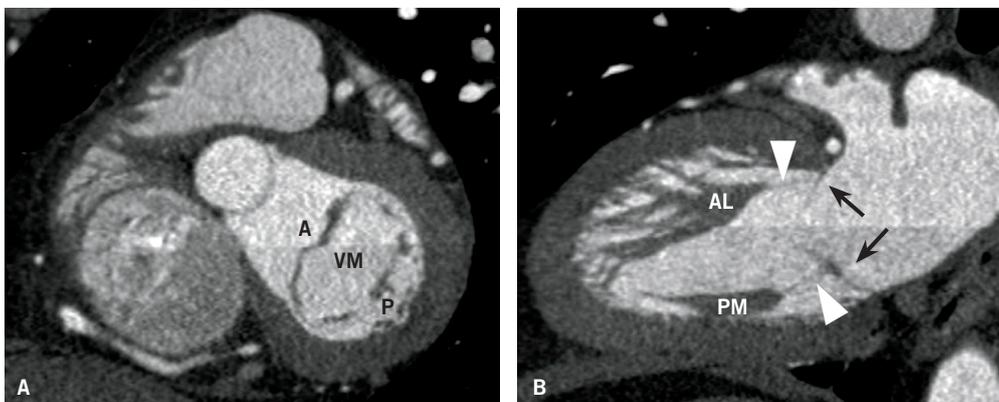


Figura 1-6. Válvula mitral (VM). A) Plano de eje corto. B) Plano de eje largo. La VM está compuesta por un anillo, dos valvas, dos comisuras, dos músculos papilares y las cuerdas tendinosas. A) La morfología de la VM es bicúspide, con una valva anterior (A) y otra posterior (P). B) Los músculos papilares anterolateral (AL) y posteromedial (PM) del ventrículo izquierdo se encuentran unidos a la VM (flechas) por medio de las cuerdas tendinosas (puntas de flecha)

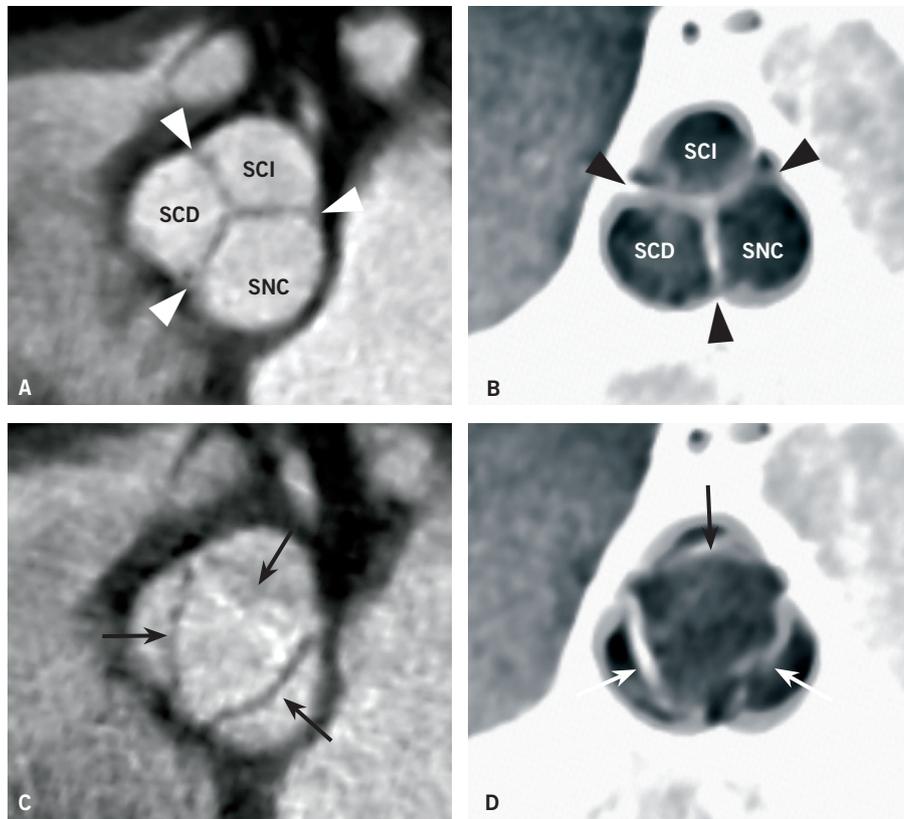


Figura 1-7. Válvula aórtica. Reconstrucciones volumétricas de la válvula aórtica normal en posición cerrada (A y B) y abierta (C y D). La válvula está formada por tres valvas semilunares izquierda, derecha y posterior (flechas) separadas por tres comisuras (puntas de flecha). Detrás de cada valva se encuentran los senos de Valsalva coronario izquierdo (SCI), coronario derecho (SCD), desde donde se originan las arterias coronarias, y el seno no coronario (SNC).

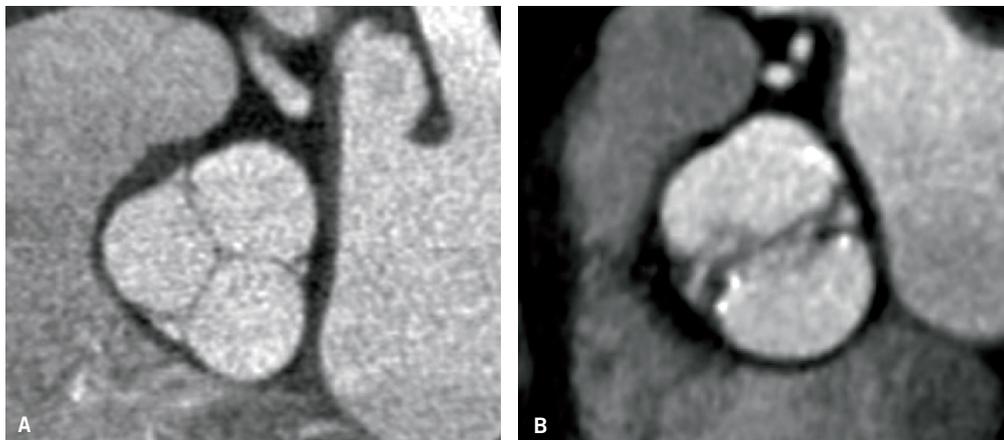


Figura 1-8. Válvula aórtica. A) Reconstrucción multiplanar de una válvula tricúspide normal. B) Reconstrucción multiplanar de una válvula bicúspide. En la válvula bicúspide dos de las valvas se fusionan durante el desarrollo embrionario. Nótese la diferencia morfológica entre ambas válvulas.

El seno oblicuo presenta morfología de semiluna y se localiza detrás de la aurícula izquierda y posteromedial a la vena pulmonar superior izquierda. El seno transverso se localiza detrás de la aorta y del tronco arterial pulmonar y por delante de las aurículas y la vena cava superior. Se divide en los recesos aórtico superior, aórtico inferior, pulmonar izquierdo y pulmonar derecho.

En TC el pericardio se manifiesta como una banda lineal fina que rodea al corazón y a los grandes vasos, siendo más evidente en la cara anterior, donde se encuentra rodea-

do por grasa. El grosor del pericardio normal en TC es de aproximadamente 0,7-2 mm²⁵⁻²⁷ (Fig. 1-9).

PLANOS CARDÍACOS

Al igual que en otras técnicas de imagen cardíaca no invasiva, la valoración del corazón mediante TC se lleva a cabo utilizando planos intrínsecos del propio órgano. Las imágenes axiales resultan insuficientes para realizar una valoración completa del corazón, por lo que tienen que ser



Figura 1-9. Pericardio. A) Pericardio normal. Reconstrucción sagital. El pericardio (membrana que envuelve al corazón y al origen de los grandes vasos) se manifiesta como una banda lineal fina. En la tomografía computarizada (TC) el pericardio (flecha) es más evidente en la cara anterior, donde se encuentra rodeado por grasa (*). B) Pericardio en un paciente con pericarditis aguda. El pericardio se encuentra ligeramente engrosado, presenta captación de contraste (puntas de flecha) y asocia un pequeño derrame. C) Pericardio en un paciente con antecedentes de tuberculosis. Se observa engrosamiento y calcificación del pericardio (flechas). Nótese, además, la dilatación de ambas aurículas. AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda.

posprocesadas y reconstruidas en distintos planos, sobre todo para estudiar sus aspectos funcionales, como la función valvular o ventricular. Estos planos son estándares y comprenden los planos cuatro cámaras, dos cámaras (eje largo del ventrículo izquierdo), tres cámaras (tracto de salida del ventrículo izquierdo) y eje corto.²⁸

El *plano de cuatro cámaras* suele planificarse sobre una imagen en el eje corto, trazando un plano perpendicular que pase por debajo del músculo papilar anterolateral del ventrículo izquierdo, por el centro de la válvula mitral y a través de la pared libre del ventrículo derecho. El plano resultante se angula sobre un eje largo para incluir el ápex del ventrículo izquierdo (Fig. 1-10). El plano de cuatro cámaras se utiliza para valorar el tamaño y la morfología de ambos ventrículos, estudiar las caras septal y lateral del ventrículo izquierdo, el ápex cardíaco y la pared libre del ventrículo derecho y delinear las válvulas mitral y tricúspide.

En la valoración coronaria este plano también puede utilizarse para estudiar el tronco principal izquierdo, la

arteria coronaria descendente anterior y las ramas diagonales.

El *plano de dos cámaras* o eje largo del ventrículo izquierdo se obtiene trazando un eje paralelo al tabique interventricular que pase por el centro de la válvula mitral y el ápex (Fig. 1-11). Este plano representa el tracto de entrada del ventrículo izquierdo, mostrándose la aurícula izquierda y la válvula mitral; permite valorar la contractilidad de las caras anterior e inferior del ventrículo. Este plano también permite estudiar la arteria coronaria descendente anterior.

El *plano de tres cámaras* o tracto de salida del ventrículo izquierdo se obtiene tras trazar un plano perpendicular al eje corto que pase a través del tracto de salida de la aorta y del ápex cardíaco (Fig. 1-12). Este plano también se puede planificar sobre una proyección coronal del tracto de salida del ventrículo izquierdo, a través de la aorta ascendente. El plano de tres cámaras muestra los tractos de entrada y salida del ventrículo izquierdo y es útil para valorar estenosis valvulares, supra- y subvalvulares, analizar la

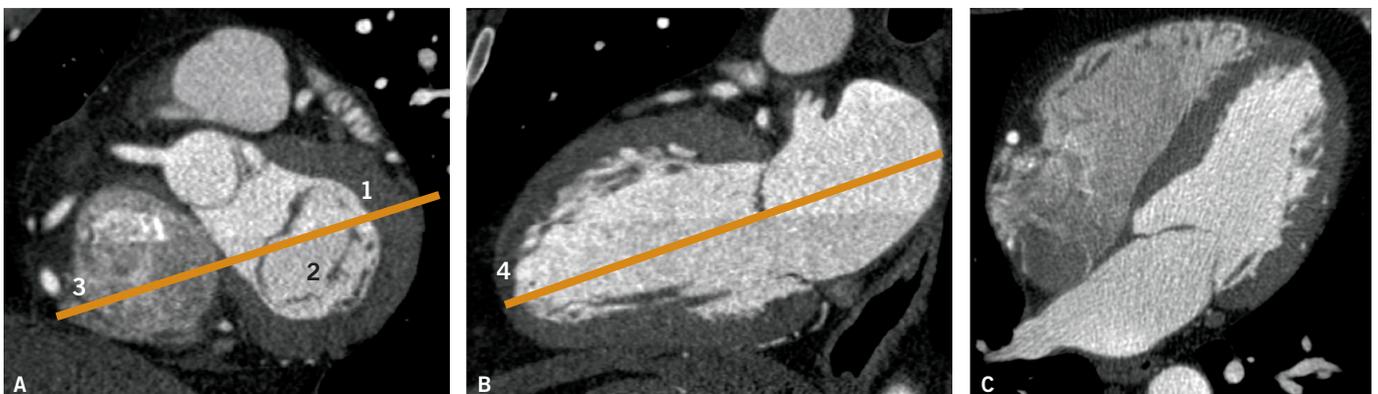


Figura 1-10. Plano de cuatro cámaras. Se planifica sobre el eje corto (A), trazando un plano perpendicular que pase por debajo del músculo papilar anterolateral (1), el centro de la válvula mitral (2) y a través de la pared libre del ventrículo derecho (3). Dicho plano se angula sobre un eje largo (B) para incluir el ápex (4). C) Plano de cuatro cámaras.

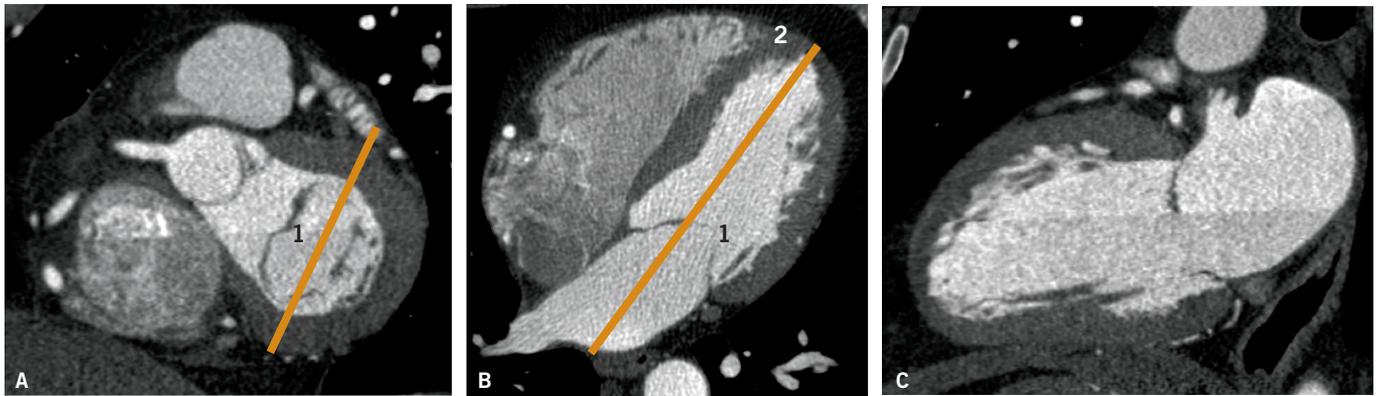


Figura 1-11. Plano de dos cámaras o eje largo del ventrículo izquierdo. Se planifica sobre el eje corto (A) trazando un plano paralelo al tabique interventricular que pase por el centro de la válvula mitral (1). El plano se angula sobre un eje largo (B) para que pase a través del ápex (2). C) Plano de dos cámaras.

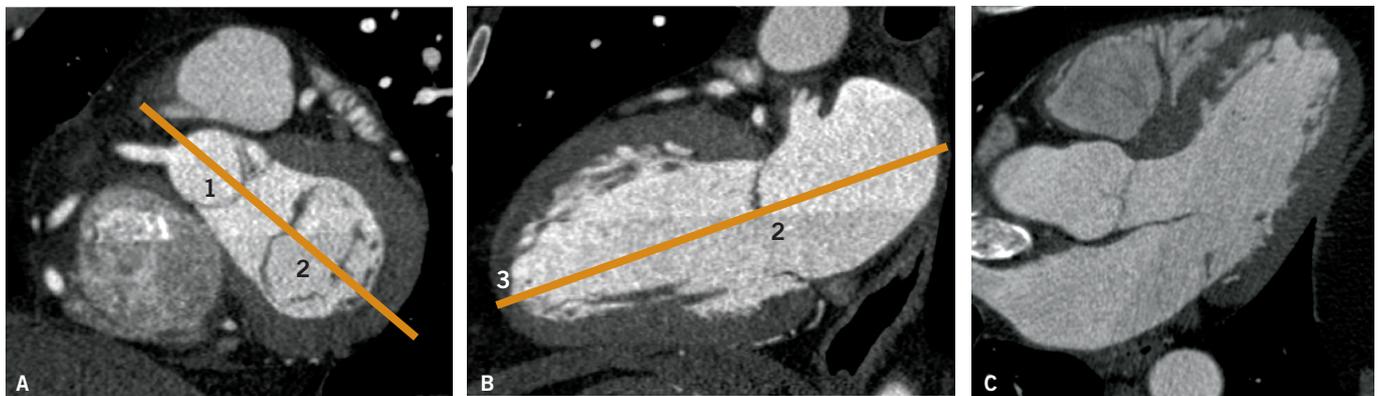


Figura 1-12. Plano de tres cámaras o tracto de salida del ventrículo izquierdo. Se planifica sobre el eje corto (A) trazando un plano perpendicular que pase a través del tracto de salida de la aorta (1) y del centro de la válvula mitral (2). El plano se angula sobre un eje largo (B) para que pase a través del ápex (3). C) Plano de tres cámaras.

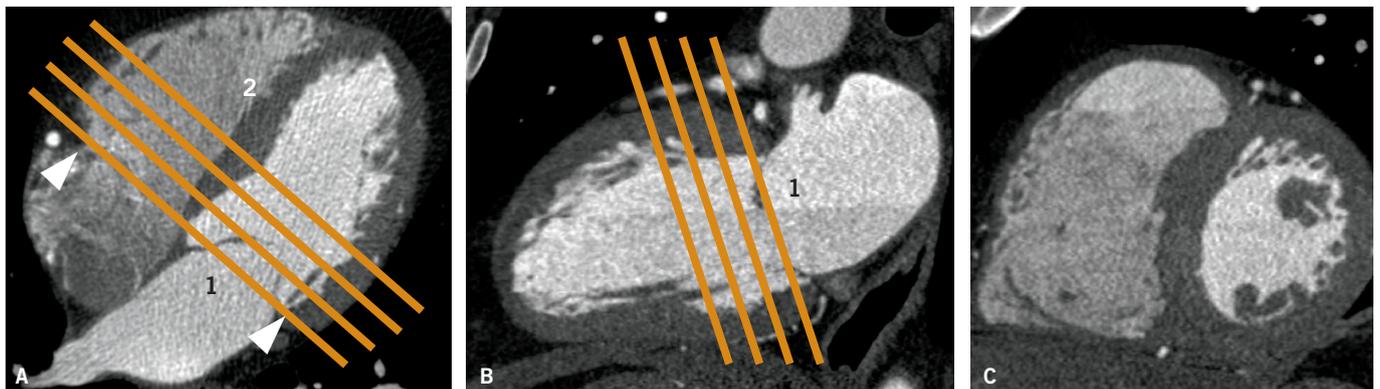


Figura 1-13. Plano de eje corto. Se planifica sobre los planos de cuatro cámaras (A) y eje largo (B), trazando un plano paralelo a la base del corazón (surco auriculoventricular; puntas de flecha) y a la válvula mitral (1) y perpendicular al tabique interventricular (2), con una angulación doble oblicua. C) Plano de eje corto.

contractilidad de la pared anteroseptal e inferolateral del ventrículo izquierdo y valorar la morfología y el grosor del tabique interventricular, por ejemplo en casos de miocardiopatía hipertrófica obstructiva.

El *plano de eje corto* es paralelo a la base del corazón y al plano valvular mitral. Se obtiene tras trazar un plano perpendicular al tabique interventricular en un eje lar-

go del ventrículo izquierdo, con una angulación doble oblicua (Fig. 1-13). Este plano se utiliza para valorar la contractilidad regional y cuantificar la función de ambos ventrículos.

En este plano también se pueden estudiar las arterias coronaria derecha y circunfleja y sus trayectos a lo largo de los surcos auriculoventriculares.

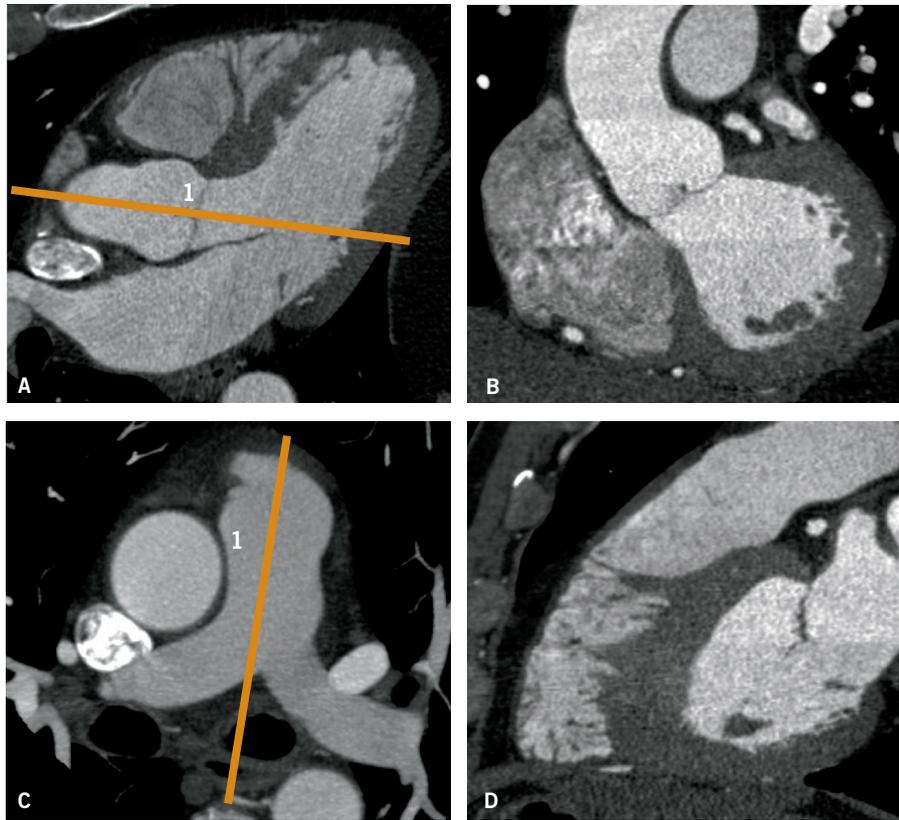


Figura 1-14. Otros planos cardíacos. Un plano perpendicular que pase a través del centro de la válvula aórtica (1) en un plano de tres cámaras (A) permitirá obtener el plano del tracto de salida del ventrículo izquierdo modificado (B). Un plano perpendicular al tronco de la arteria pulmonar (1) en una imagen axial (C) permitirá obtener el plano del tracto de salida del ventrículo derecho (D).

Otros planos más específicos, que no suelen realizarse en todos los estudios de manera sistemática, son el plano del tracto de salida del ventrículo izquierdo modificado y el plano del tracto de salida del ventrículo derecho (Fig. 1-14).

El *plano del tracto de salida del ventrículo izquierdo modificado* se obtiene tras trazar un eje perpendicular al plano de tres cámaras que pase a través del centro de la válvula aórtica y la aorta ascendente. Este plano sirve para valorar la raíz aórtica, la unión sinotubular y el segmento proximal de la aorta ascendente, por lo que suele realizarse cuando interesa valorar la raíz aórtica.

El *plano del tracto de salida del ventrículo derecho* se obtiene tras trazar sobre una imagen axial un plano perpendicular al tronco de la arteria pulmonar o sobre un eje corto, a través de la válvula pulmonar. Este plano se utiliza para valorar la válvula pulmonar y las caras anterior e inferior (diafragmática) del ventrículo derecho. Es particularmente útil en cardiopatías congénitas como la tetralogía de Fallot y en casos de sospecha de miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho.

NOMENCLATURA DE LOS SEGMENTOS MIOCÁRDICOS

La nomenclatura aceptada y estandarizada para denominar los segmentos miocárdicos del ventrículo izquierdo

es la propuesta por la *American Heart Association* (AHA), que reconoce 17 segmentos.²⁸ En este modelo el miocardio se divide en tres partes iguales con respecto a un plano perpendicular al eje largo del corazón (localización basal, media y apical). Tomando como punto de separación la unión de la pared del ventrículo derecho con el ventrículo izquierdo y un plano que pase por la mitad de la cavidad ventricular, los cortes basales y medios se subdividen, a su vez, en seis segmentos de 60° cada uno. El tercio apical del corazón se subdivide en cuatro segmentos. Por último, el ápex representa el segmento 17, y por definición no existe cavidad ventricular en su interior (Fig. 1-15).

Desde el punto de vista de los territorios de vascularización coronaria se considera que la arteria coronaria descendente anterior vasculariza los segmentos anterior y anteroseptal basales, anterior y anteroseptal medios, anterior y septal apicales y el ápex. La arteria circunfleja vasculariza los segmentos anterolateral e inferolateral basales, anterolateral e inferolateral medios y lateral apical. La arteria coronaria derecha vasculariza los segmentos inferior e inferoseptal basales, inferior e inferoseptal medios e inferior apical (Fig. 1-15). Los mencionados son los territorios de vascularización que se aceptan como norma a la hora de interpretar los estudios cardíacos, pero existen variantes de la circulación coronaria que pueden modificar ligeramente estos territorios.²⁹

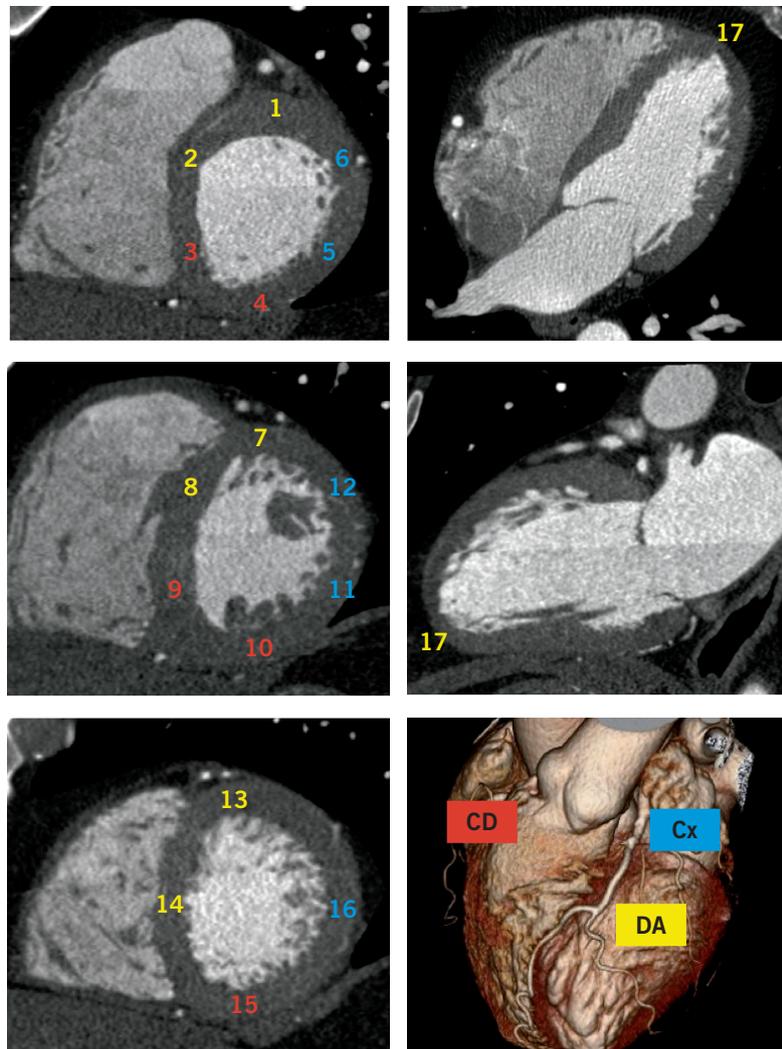


Figura 1-15. Correspondencia entre los segmentos miocárdicos y los territorios vascularizados por las arterias coronarias principales. Segmentos miocárdicos: 1: anterior basal; 2: anteroseptal basal; 3: inferoseptal basal; 4: inferior; basal 5: inferolateral basal; 6: anterolateral basal; 7: anterior medio; 8: anteroseptal medio; 9: inferoseptal medio; 10: inferior medio; 11: inferolateral medio; 12: anterolateral medio; 13: anterior apical; 14: septal apical; 15: inferior apical; 16: lateral apical; 17: ápex. Arterias coronarias: DA: arteria coronaria descendente anterior; Cx: arteria circunfleja; CD: arteria coronaria derecha.

CONCLUSIÓN

Para interpretar correctamente los estudios cardíacos es necesario conocer con detalle la anatomía cardíaca y saber identificar y reconocer las aurículas, los ventrículos y las válvulas cardíacas; también se deben conocer cuáles son los planos cardíacos estándares y familiarizarse con la nomenclatura utilizada para designar los segmentos miocárdicos. Comprender estos aspectos anatómicos es básico para evitar errores diagnósticos y describir correctamente los hallazgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thomas JD, Zoghbi WA, Beller GA, Bonow RO, Budoff MJ, Cerqueira MD et al. ACCF 2008 Training Statement on Multimodality Noninvasive Cardiovascular Imaging A Report of the American College of Cardiology Foundation/ Tomografía Computarizada Cardíaca. Bastarrika ©2015. Editorial Médica Panamericana.
2. Nasis A, Mottram PM, Cameron JD, Seneviratne SK. Current and evolving clinical applications of multidetector cardiac CT in assessment of structural heart disease. *Radiology* 2013; 267: 11-25.
3. Bastarrika G, Lee YS, Huda W, Ruzsics B, Costello P, Schoepf UJ. CT of coronary artery disease. *Radiology* 2009; 253: 317-38.
4. Lin FY, Devereux RB, Roman MJ, Meng J, Jow VM, Jacobs A et al. Cardiac chamber volumes, function, and mass as determined by 64-multidetector row computed tomography: mean values among healthy adults free of hyper-

American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society for Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 125-46.

- tension and obesity. *JACC Cardiovasc Imaging* 2008; 1: 782-6.
5. Lin FY, Devereux RB, Roman MJ, Meng J, Jow VM, Jacobs A et al. Assessment of the thoracic aorta by multidetector computed tomography: age- and sex-specific reference values in adults without evident cardiovascular disease. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2008; 2: 298-308.
 6. Lin FY, Devereux RB, Roman MJ, Meng J, Jow VM, Simprini L et al. The right sided great vessels by cardiac multidetector computed tomography: normative reference values among healthy adults free of cardiopulmonary disease, hypertension, and obesity. *Acad Radiol* 2009; 16: 981-7.
 7. Rajiah P, Kanne JP. Computed tomography of pulmonary venous variants and anomalies. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2010; 4: 155-63.
 8. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 1440-63.
 9. Saremi F, Krishnan S. Cardiac conduction system: anatomic landmarks relevant to interventional electrophysiologic techniques demonstrated with 64-detector CT. *Radiographics* 2007; 27: 1539-65.
 10. Anderson RH, Brown NA, Webb S. Development and structure of the atrial septum. *Heart* 2002; 88: 104-10.
 11. Rojas CA, El-Sherief A, Medina HM, Chung JH, Choy G, Ghoshhajra BB et al. Embryology and developmental defects of the interatrial septum. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195: 1100-4.
 12. Rojas CA, Jaimes CE, El-Sherief AH, Medina HM, Chung JH, Ghoshhajra B et al. Cardiac CT of non-shunt pathology of the interatrial septum. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011; 5: 93-100.
 13. Rajiah P, Kanne JP. Computed tomography of septal defects. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2010; 4: 231-45.
 14. Philip S, Cherian KM, Wu MH, Lue HC. Left ventricular false tendons: echocardiographic, morphologic, and histopathologic studies and review of the literature. *Pediatr Neonatol* 2011; 52: 279-86.
 15. Skwarek M, Hreczecha J, Grzybiak M, Kosinski A. Remarks on the morphology of the papillary muscles of the right ventricle. *Folia Morphol (Warsz)* 2005; 64: 176-82.
 16. Reig J, Alberti N, Petit M. Arterial vascularization of the human moderator band: an analysis of this structure's role as a collateral circulation route. *Clin Anat* 2000; 13: 244-50.
 17. Rojas CA, Jaimes C, Abbara S. Ventricular septal defects: embryology and imaging findings. *J Thorac Imaging* 2013; 28: W28-34.
 18. Minette MS, Sahn DJ. Ventricular septal defects. *Circulation* 2006; 114: 2190-7.
 19. Warnes CA, Liberthson R, Danielson GK, Dore A, Harris L, Hoffman JI et al. Task force 1: the changing profile of congenital heart disease in adult life. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;37(5):1170-5.
 20. Jacobs JP, Burke RP, Quintessenza JA, Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: ventricular septal defect. *Ann Thorac Surg* 2000; 69 (4 Suppl): S25-35.
 21. Jacobs JE. Computed tomographic evaluation of the normal cardiac anatomy. *Radiol Clin North Am* 2010; 48: 701-10.
 22. Siu SC, Silversides CK. Bicuspid aortic valve disease. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55: 2789-800.
 23. Groell R, Schaffler GJ, Rienmueller R. Pericardial sinuses and recesses: findings at electrocardiographically triggered electron-beam CT. *Radiology* 1999; 212: 69-73.
 24. Budoff MJ, Lu B, Mao S, Bakhsheshi H, Zhuang N, Liu SC et al. Evaluation of fluid collection in the pericardial sinuses and recesses: noncontrast-enhanced electron beam tomography. *Invest Radiol* 2000; 35: 359-65.
 25. O'Leary SM, Williams PL, Williams MP, Edwards AJ, Roobottom CA, Morgan-Hughes GJ et al. Imaging the pericardium: appearances on ECG-gated 64-detector row cardiac computed tomography. *Br J Radiol* 2010; 83: 194-205.
 26. Delille JP, Hernigou A, Sene V, Chatellier G, Boudeville JC, Challande P et al. Maximal thickness of the normal human pericardium assessed by electron-beam computed tomography. *Eur Radiol* 1999; 9: 1183-9.
 27. Bull RK, Edwards PD, Dixon AK. CT dimensions of the normal pericardium. *Br J Radiol* 1998; 71: 923-5.
 28. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002; 105: 539-42.
 29. Cerci RJ, Arbab-Zadeh A, George RT, Miller JM, Vavere AL, Mehra V et al. Aligning coronary anatomy and myocardial perfusion territories: an algorithm for the CORE320 multicenter study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012; 5: 587-95.